

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-249427

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 1 B 37/76
37/00
37/26

識別記号

BBM

F I

B 2 1 B 37/00

1 3 2 B

BBM

1 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-59560

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月13日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 浅野 康

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 木村 和喜

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

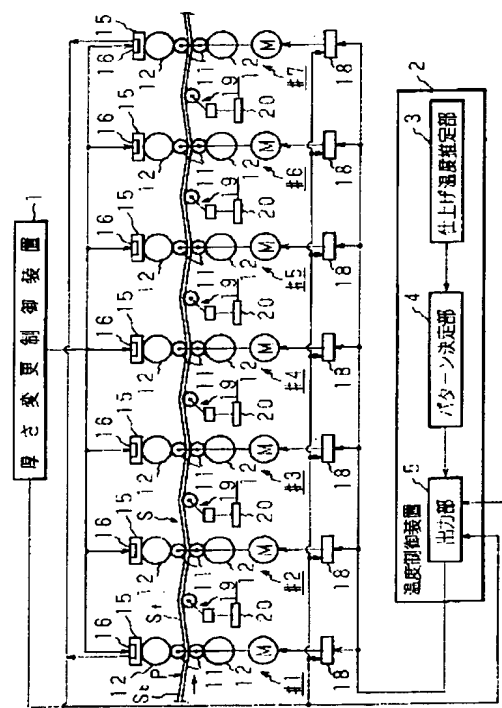
(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

(54) 【発明の名称】 熱間連続圧延方法

(57) 【要約】

【課題】 被圧延材の温度を目標温度にすべく行う制御との干渉を抑制して被圧延材の温度制御を高精度に行うことができ、設備コストを低減し得る熱間連続圧延方法を提供する。

【解決手段】 パターン決定部4は、仕上げ温度 T_2 、 T_3 と許容温度領域とを比較し、その比較結果に基づいて後述する如く圧延速度手順を示す第1パターン又は第2パターンを決定し、それを出力部5に与える。出力部5は、例えば第2パターンが与えられた場合、第7スタンド#7における圧延速度を V_7 から V_6 に変更する操作を、厚さ変更位置Pが第7スタンド#7を通過後に開始するように、2回目のトリガが与えられてから所定時間経過したタイミングで各スタンド#1～#7の周速度制御装置18、18、…に圧延速度変更指令を与え、各スタンド#1～#7のワークロール11、11、…の周速度を一斉に変更させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱間連続圧延機出側の被圧延材の厚さを圧延方向で段階的に異ならせるべく、圧延中に被圧延材の目標厚さを変更し、一方、熱間連続圧延機出側の被圧延材の温度を目標温度にすべく、被圧延材の目標厚さ変更部分より下流側の先行材について予め設定された第1圧延速度から、目標厚さ変更部分より上流側の後行材について予め設定された第2圧延速度へ変更する熱間連続圧延方法において、

先行材の厚さ及び第2圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第1温度を推定し、また、後行材の厚さ及び第1圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第2温度を推定し、第1温度及び第2温度と前記目標温度とを比較し、その比較結果に基づいて、熱間連続圧延機の入側スタンドに目標厚さ変更部分が達する前に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更しておく第1パターンか、熱間連続圧延機の最終スタンドを目標厚さ変更部分が通過した後に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更する第2パターンかを選択し、選択したパターンになるように被圧延材の圧延速度を変更することを特徴とする熱間連続圧延方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧延中に被圧延材の目標厚さを変更しつつ、熱間連続圧延機出側の被圧延材の温度を目標温度にする熱間連続圧延方法に関する。

【0002】

【従来の技術】連続圧延機で被圧延材を圧延している間に、連続圧延機出側の被圧延材の目標厚さ、つまり被圧延材の仕上げ厚さを変更する、所謂走間厚さ変更圧延方法が開発されている。走間厚さ変更圧延方法によつては、被圧延材の長手方向の仕上げ厚さ変更位置（以後、厚さ変更位置ともいう）におけるオフゲージが被圧延材の先端部分に生じるオフゲージより短いため、目標厚さが異なる複数の被圧延材をそれぞれ圧延する場合に比べて歩留まりが向上するという利点がある。また、連続圧延にあっては、被圧延材の先端部を連続圧延機に備えられた複数のスタンドにそれぞれ装入させるとき、及び被圧延材の後端部が各スタンドからそれぞれ抜出するとき、操業トラブルが生じ易いが、走間厚さ変更圧延方法にあっては、前述したように圧延中に被圧延材の目標厚さを変更するため、被圧延材の先端部の各スタンドへの装入及び被圧延材の後端部のスタンドからの抜出の回数が減少し、操業トラブルの発生頻度が低減し、従つて生産能率も向上する。そのため、走間厚さ変更圧延方法は、多品種少量生産を行う場合に好適である。

【0003】このような走間厚さ変更圧延方法を熱間連続圧延機において実施する場合、所要の成品品質を得るために、連続圧延機出側の被圧延材の目標温度、つまり被圧延材の仕上げ温度を予め定めた目標温度に制御する

ことが重要である。

【0004】そのため、特公平4-33522号公報には次のような方法が開示されている。所定温度まで加熱した被圧延材を複数のスタンドを備える熱間連続圧延機に給送し、被圧延材の厚さ変更位置が各スタンドを通過する都度、そのスタンドの圧下位置を、予め設定した圧下位置変更量だけ変更すると共に、当該スタンドに設けてある圧延ロールの周速度及びそれより1つ上流側のスタンドに設けてある圧延ロールの周速度をマスフローが一定になるように調整する。また、このように相隣るスタンド間においてマスフローを一定に保つべく行う両スタンドの圧延ロールの周速度調整のタイミングと略同タイミングで、被圧延材の温度を目標温度にすべく、ピボットである最終スタンドの圧延ロールの周速度を変更すると共に、この周速度変更量に基づいて他の全てのスタンドの圧延ロールの周速度を変更する。

【0005】また、特開平7-164012号公報には次のような方法が開示されている。熱間連続圧延機に被圧延材を誘導加熱する加熱装置を配設しておく、被圧延材上の厚さ変更部位をトラッキングすると共に、熱間連続圧延機出側での厚さ変更部位の温度を推定し、推定温度が目標温度より低い場合、厚さ変更部位が加熱装置まで搬送されたときに加熱装置をオンして、その部分の温度を上昇させる。被圧延材上の厚さ変更部位が各スタンドを通過する都度、そのスタンドの圧下位置を、予め設定した圧下位置変更量だけ変更すると共に、当該スタンドに設けてある圧延ロールの周速度及びそれより1つ上流側のスタンドに設けてある圧延ロールの周速度をマスフローが一定になるように調整する。そして、厚さ変更部位が最終スタンドを通過した後、全スタンドの圧延ロールの周速度を変更する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特公平4-33522号公報に開示された方法によつては、マスフローを一定に保つために行う制御と、被圧延材の仕上げ温度を目標温度にするために行う制御とが互いに干渉し合うため、両制御の精度が低いという問題があった。また、特開平7-164012号公報に開示された方法によつては、加熱装置を配設するため設備コストが高く、また加熱装置のランニングコストも要するという問題があった。更に、厚さ変更位置を高精度にトラッキングしなければならないため、高性能のトラッキング装置を導入する必要があり、設備コストが更に高い。

【0007】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは先行材の厚さ及び後行材の圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第1温度を推定し、また、後行材の厚さ及び先行材の圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第2温度を推定し、第1温度及び第2温度と前記目標温度とを比較し、その比較結果に基づいて、熱間連続圧延

機の先頭スタンドに前記位置が達する前に、先行材の圧延速度から後行材の圧延速度へ変更しておくか、熱間連続圧延機最終スタンドを前記位置が通過した後に、先行材の圧延速度から後行材の圧延速度へ変更するかを選択することによって、熱間連続圧延において、マスフローを一定に保つべく行う制御と、被圧延材の温度を目標温度にすべく行う制御との干渉を抑制して被圧延材の温度制御を高精度に行うことができ、設備コストを低減し得る熱間連続圧延方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る熱間連続圧延方法は、熱間連続圧延機出側の被圧延材の厚さを圧延方向で段階的に異ならせるべく、圧延中に被圧延材の目標厚さを変更し、一方、熱間連続圧延機出側の被圧延材の温度を目標温度にすべく、被圧延材の目標厚さ変更部分より下流側の先行材について予め設定された第1圧延速度から、目標厚さ変更部分より上流側の後行材について予め設定された第2圧延速度へ変更する熱間連続圧延方法において、先行材の厚さ及び第2圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第1温度を推定し、また、後行材の厚さ及び第1圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第2温度を推定し、第1温度及び第2温度と前記目標温度とを比較し、その比較結果に基づいて、熱間連続圧延機の入側スタンドに目標厚さ変更部分が達する前に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更しておく第1パターンか、熱間連続圧延機最終スタンドを目標厚さ変更部分が通過した後に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更する第2パターンかを選択し、選択したパターンになるように被圧延材の圧延速度を変更することを特徴とする。

【0009】本発明方法にあっては、先行材の厚さ及び後行材の圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第1温度を推定し、また、後行材の厚さ及び先行材の圧延速度に基づいて熱間連続圧延機出側の被圧延材の第2温度を推定する。熱間連続圧延機出側の被圧延材の温度、所謂仕上げ温度は、被圧延材の厚さ及び圧延速度に比例する。そこで、先行材の厚さ及び後行材の圧延速度、後行材の厚さ及び先行材の圧延速度という組み合わせによって仕上げ温度を推定することによって、被圧延材の厚さの変更及び圧延速度の変更によって変化する仕上げ温度の最大温度を推定することができる。

【0010】そして、第1温度及び第2温度と目標温度とを比較する。その結果、第1温度のみが適宜温度幅を有する目標温度の領域内にある場合、熱間連続圧延で先行材の目標厚さから後行材の目標厚さに変更している間の被圧延材を後行材の圧延速度で圧延しても、仕上げ温度は目標温度の領域内に維持されると判断し、熱間連続圧延機先頭スタンドに、被圧延材の目標厚さを変更する位置が達する前に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更しておく。一方、第2温度のみが目標温度の領域内

にある場合、熱間連続圧延で先行材の目標厚さから後行材の目標厚さに変更している間の被圧延材を先行材の圧延速度で圧延しても、仕上げ温度は目標温度の領域内に維持されると判断し、熱間連続圧延機最終スタンドを、被圧延材の目標厚さを変更する位置が通過した後に、第1圧延速度から第2圧延速度へ変更する。

【0011】なお、第1温度及び第2温度が共に目標温度の領域内にある場合は、温度が高くなるように第1パターン又は第2パターンで圧延速度を変更し、何方とも目標温度の領域内にならない場合は、目標温度の領域に近い温度になるように、第1パターン又は第2パターンで圧延速度を変更する。

【0012】このような本発明方法によれば、熱間連続圧延で先行材の目標厚さから後行材の目標厚さに変更している間では実施されないため、目標厚さ変更に伴ってマスフローを一定に保つべく行う制御と、被圧延材の温度を目標温度にすべく行う制御とが干渉せず、両制御を高精度に行うことができる。また、加熱装置及び高性能なトラッキング装置等を使用しないため、設備コストが低い。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明方法を適用した熱間連続圧延機とその制御系を示すブロック図であり、図中Sは加熱炉（図示せず）によって所要温度まで昇温された被圧延材である。被圧延材Sは矢符方向に搬送されており、被圧延材Sの搬送方向の所定位置には厚さ変更位置Pが予め設定してある。被圧延材Sの厚さ変更位置Pより下流側は厚さ変更位置Pに対する先行材S₁であり、被圧延材Sの厚さ変更位置Pより上流側は厚さ変更位置Pに対する後行材S₂である。

【0014】被圧延材Sの搬送域には、被圧延材Sを圧延する上下一対のワークロール11、11及びそれらを支持するバックアップロール12、12をそれぞれ備える第1～7スタンド#1～#7が所定距離を隔ててタンデムに配置してある。各スタンド#1～#7の間には所要の張力を与えるルーバ装置19、19、…が配設してあり、ルーバ装置19、19、…はルーバ制御装置20、20、…によって所定の角度で被圧延材Sに転接するように制御されている。

【0015】各スタンド#1～#7には、ワークロール11、11の圧下位置（ギャップ）を調整して被圧延材Sに荷重を加える圧下装置15、15、…及びワークロール11、11、…を回転駆動するモータM、M、…がそれぞれ設けてあり、圧下装置15、15、…の圧下動作及びモータM、M、…の回転駆動は圧下制御装置16、16、…及び周速度制御装置18、18、…によって制御されるようになっている。圧下制御装置16、16、…及び周速度制御装置18、18、…には、被圧延材Sの走行中に仕上げ目標厚さ変更を制御する厚さ変更制御装置1から、先行材S₁の

仕上げ厚さ及び仕上げ目標温度等に基づいて予め設定された圧下位置及びワークロール11, 11, …の周速度がそれぞれ与えられており、圧下制御装置16, 16, …及び周速度制御装置18, 18, …は、与えられた圧下位置及び周速度になるように圧下装置15, 15, …及びモータM, M, …の動作を制御する。

【0016】厚さ変更制御装置1は、厚さ変更位置Pが各スタンド#1～#7に達する都度、後行材 S_b に係る圧下位置及びマスフローが一定になる周速度を対応する圧下制御装置16, 16, …及び周速度制御装置18, 18, …に順次与えて、圧下装置15, 15, …及びモータM, M, …の動作を制御させるようになっている。

【0017】一方、周速度制御装置18, 18, …には、被圧延材Sの仕上げ温度を許容温度領域に制御する温度制御装置2から、被圧延材Sの圧延速度を変更すべく次のように圧延速度変更指令が与えられる。温度制御装置2には被圧延材Sの仕上げ温度を推定する仕上げ温度推定部3が備えられている。仕上げ温度推定部3には、先行材 S_f 及び後行材 S_b の仕上げ厚さ t_a 、 t_b 、ピボットである最終スタンドでの圧延速度 V_a 、 V_b 並びに温度を推定するための演算式が予め設定してあり、仕上げ温度推定部3は、次の(1)式～(4)式によって、先行材 S_f に係る圧延が定常状態になった場合の仕上げ温度 T_1 、被圧延材Sの厚さの変更及び圧延速度の変更によって変化する仕上げ温度の最大温度 T_2 、 T_3 、及び後行材 S_b に係る圧延が定常状態になった場合の仕上げ温度 T_4 をそれぞれ推定し、それらを圧延速度の変更パターンを決定するパターン決定部4に与える。

$$T_1 = Q(t_a, V_a) \quad \dots (1)$$

$$T_2 = Q(t_a, V_b) \quad \dots (2)$$

$$T_3 = Q(t_b, V_a) \quad \dots (3)$$

$$T_4 = Q(t_b, V_b) \quad \dots (4)$$

【0018】パターン決定部4は、仕上げ温度 T_1 、 T_4 を基準としてそれより高低側に所定温度だけ隔てた温度領域を許容温度領域にし、仕上げ温度 T_2 、 T_3 と許容温度領域とを比較し、その比較結果に基づいて後述する如く圧延速度手順を示す第1パターン又は第2パターンを決定し、それを圧延速度変更指令を出力する出力部5に与える。なお、先行材 S_f 及び後行材 S_b の圧延速度 V_a 、 V_b は、仕上げ温度 T_1 、 T_4 が略同じになるように定めてある。

【0019】図2～図4は第1パターン又は第2パターンの決定方法を説明する説明図である。なお、図2～図4にあっては、先行材 S_f の厚さより後行材 S_b の厚さの方が薄い場合を示しており、仕上げ温度 T_2 、 T_3 は $T_2 < T_3$ である。図2～図4のように、仕上げ温度 T_1 、 T_4 は略同じ温度であり、それらより $\pm \alpha^\circ C$ だけ隔

$$v_i = (1 + f_i) h_i \quad ; \quad v_7 = (1 + f_1) h_1 \quad ; \quad v_7 \quad \dots (5)$$

但し、 v ：ワークロールの周速度

f ：先進率

てた温度領域を許容温度領域に設定してある。

【0020】図2に示したように、仕上げ温度 T_2 のみが許容温度領域内にある場合、パターン決定部4は、図1に示した各スタンド#1～#7で先行材 S_f の目標厚さから後行材 S_b の目標厚さに変更している間に被圧延材Sを後行材 S_b の圧延速度で圧延しても、仕上げ温度は許容温度領域内に維持されると判断し、厚さ変更位置Pが第1スタンド#1に達する前に、圧延速度 V_a から圧延速度 V_b へ変更しておく第1パターンに決定する。

【0021】また、図3に示したように、仕上げ温度 T_3 のみが許容温度領域内にある場合、パターン決定部4は、各スタンド#1～#7で先行材 S_f の目標厚さから後行材 S_b の目標厚さに変更している間に被圧延材Sを先行材 S_f の圧延速度で圧延しても、仕上げ温度は許容温度領域内に維持されると判断し、厚さ変更位置Pが第7スタンド#7を通過した後に、圧延速度 V_a から圧延速度 V_b へ変更する第2パターンに決定する。

【0022】一方、図4に示したように、仕上げ温度 T_2 、 T_3 が共に許容温度領域内にある場合、パターン決定部4は、仕上げ温度 T_2 、 T_3 の内、その温度が高い方に係る圧延速度変更パターンに決定する。図4にあっては、仕上げ温度 T_2 の方が高いので第1パターンに決定する。また、仕上げ温度 T_2 、 T_3 が共に許容温度領域外である場合、パターン決定部4は、許容温度領域により近い方の仕上げ温度 T_2 又は仕上げ温度 T_3 に係る圧延速度変更パターンに決定する。つまり、許容温度領域に仕上げ温度 T_2 の方が近い場合は第1パターンに決定し、許容温度領域に仕上げ温度 T_3 の方が近い場合は第2パターンに決定する。

【0023】出力部5には、厚さ変更位置Pが第1スタンド#1及び第7スタンド#7に達し、両スタンド#1、#7の圧下装置15, 15によって圧下位置が変更されたとき、両圧下制御装置16, 16から圧下位置変更を示すトリガが各別に与えられる。また、出力部5には厚さ変更制御装置1から厚さ変更位置Pが第1スタンド#1に装入されるタイミングを示す情報が予め与えられるようになっている。

【0024】出力部5は、パターン決定部4から第1パターンが与えられた場合、第7スタンド#7における圧延速度を V_a から V_b に変更する操作を、厚さ変更位置Pが第1スタンド#1に装入される少し前に完了するように、厚さ変更制御装置1から与えられた情報に基づいて適当なタイミングで各スタンド#1～#7の周速度制御装置18, 18, …に、次の(5)式に基づいて圧延速度変更指令を与え、各スタンド#1～#7のワークロール11, 11, …の周速度を一斉に変更させる。

$$v_i = (1 + f_i) h_i \quad ; \quad v_7 = (1 + f_1) h_1 \quad ; \quad v_7 \quad \dots (5)$$

h ：スタンド出側における被圧延材の目標厚さ

i ：スタンドナンバ($i = 1 \sim 6$)

【0025】また、出力部5は、パターン決定部4から第2パターンが与えられた場合、第7スタンド#7における圧延速度を V_a から V_b に変更する操作を、厚さ変更位置Pが第7スタンド#7を通過後に開始するように、2回目のトリガが与えられてから所定時間経過したタイミングで各スタンド#1～#7の周速度制御装置18、18、…に圧延速度変更指令を与え、各スタンド#1～#7のワークロール11、11、…の周速度を一斉に変更させる。

【0026】

【実施例】次に本発明方法を実施した結果について説明する。図5は、1本の被圧延材の熱間圧延中に3回の走間厚さ変更を実施するに当たって本発明方法を適用した結果を示すグラフであり、図中、横軸は時間を示している。図5に示したように仕上げ厚さを $t_a \rightarrow t_b$ ($t_a > t_b$)、 $t_b \rightarrow t_c$ ($t_b > t_c$)、 $t_c \rightarrow t_d$ ($t_c > t_d$)に変更し、略一定の仕上げ温度にすべく圧延速度を $V_a \rightarrow V_b$ 、 $V_b \rightarrow V_c$ 、 $V_c \rightarrow V_d$ に変更する。

【0027】このとき、仕上げ厚さを t_a （先行材） $\rightarrow t_b$ （後行材）にする走間厚さ変更にあつては、仕上げ温度 T_2 のみが許容温度領域内にあると推定されたため、前述した第2パターンになるように圧延速度を加速した。また、仕上げ厚さを t_b （先行材） $\rightarrow t_c$ （後行材）にする走間厚さ変更にあつては、仕上げ温度 T_2 、 T_3 が共に許容温度領域内にあるが、仕上げ温度 T_2 の方が高温であると推定されたため、前述した第1パターンになるように圧延速度を加速した。更に、仕上げ厚さを t_c （先行材） $\rightarrow t_d$ （後行材）にする走間厚さ変更にあつては、仕上げ温度 T_2 のみが許容温度領域内にあると推定されたため、前述した第2パターンになるように圧延速度を加速した。その結果、何れの走間厚さ変更の場合であっても仕上げ温度は許容温度領域内であった。

【0028】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明に係る熱間連続圧延方法にあつては、圧延中に先行材の目標厚さから後行材の目標厚さに変更している間を除く適当なタイミングで圧延速度を変更するため、目標厚さ変更に伴ってマスフローを一定に保つべく行う制御と、被圧延材の温度を仕上げ温度にすべく行う制御とが干渉せず、両制御を高精度に行うことができる。また、加熱装置及び高性能なトラッキング装置等を使用しないため、設備コストが低い等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を適用した熱間連続圧延機とその制御系を示すブロック図である。

【図2】第1パターン又は第2パターンの決定方法を説明する説明図である。

【図3】第1パターン又は第2パターンの決定方法を説明する説明図である。

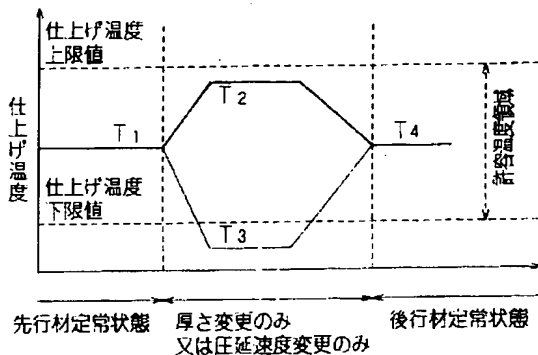
【図4】第1パターン又は第2パターンの決定方法を説明する説明図である。

【図5】1本の被圧延材の熱間圧延中に3回の走間厚さ変更を実施するに当たって本発明方法を適用した結果を示すグラフである。

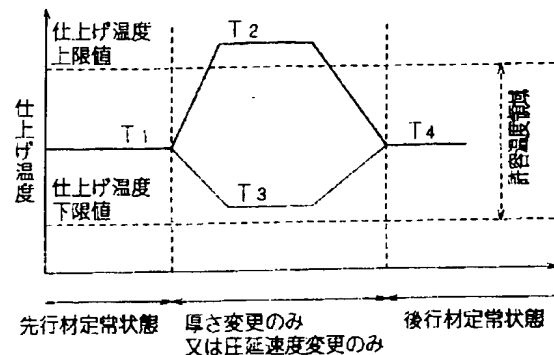
【符号の説明】

- 1 厚さ変更制御装置
- 2 温度制御装置
- 3 仕上げ温度推定部
- 4 パターン決定部
- 5 出力部
- 15 压下装置
- 16 压下制御装置
- 18 周速度制御装置
- S 被圧延材
- S_f 先行材
- S_b 後行材

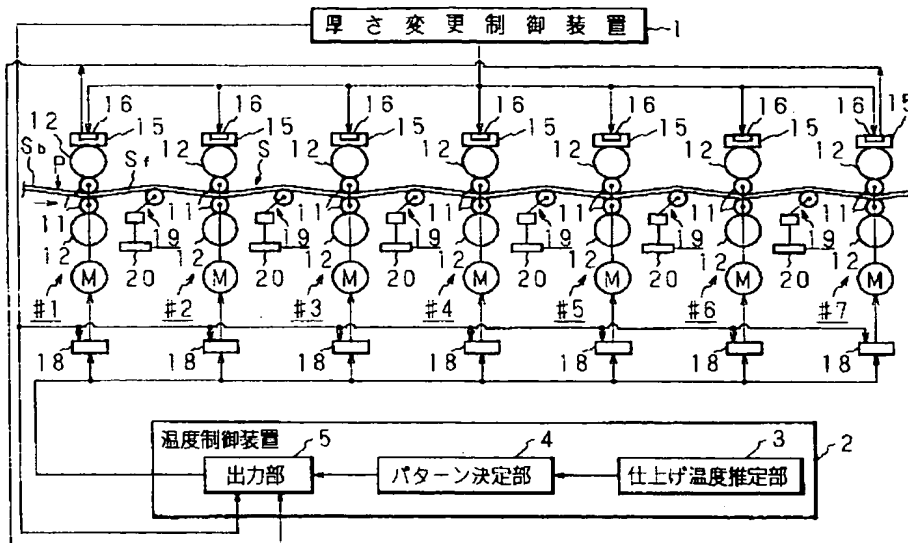
【図2】



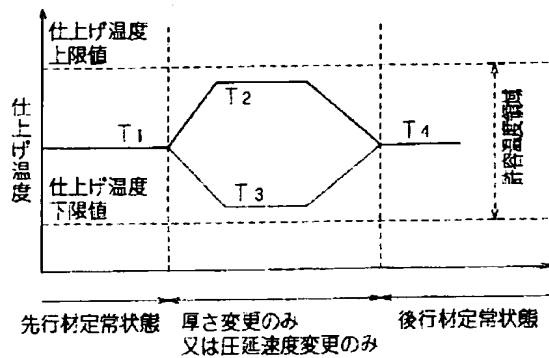
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

